

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

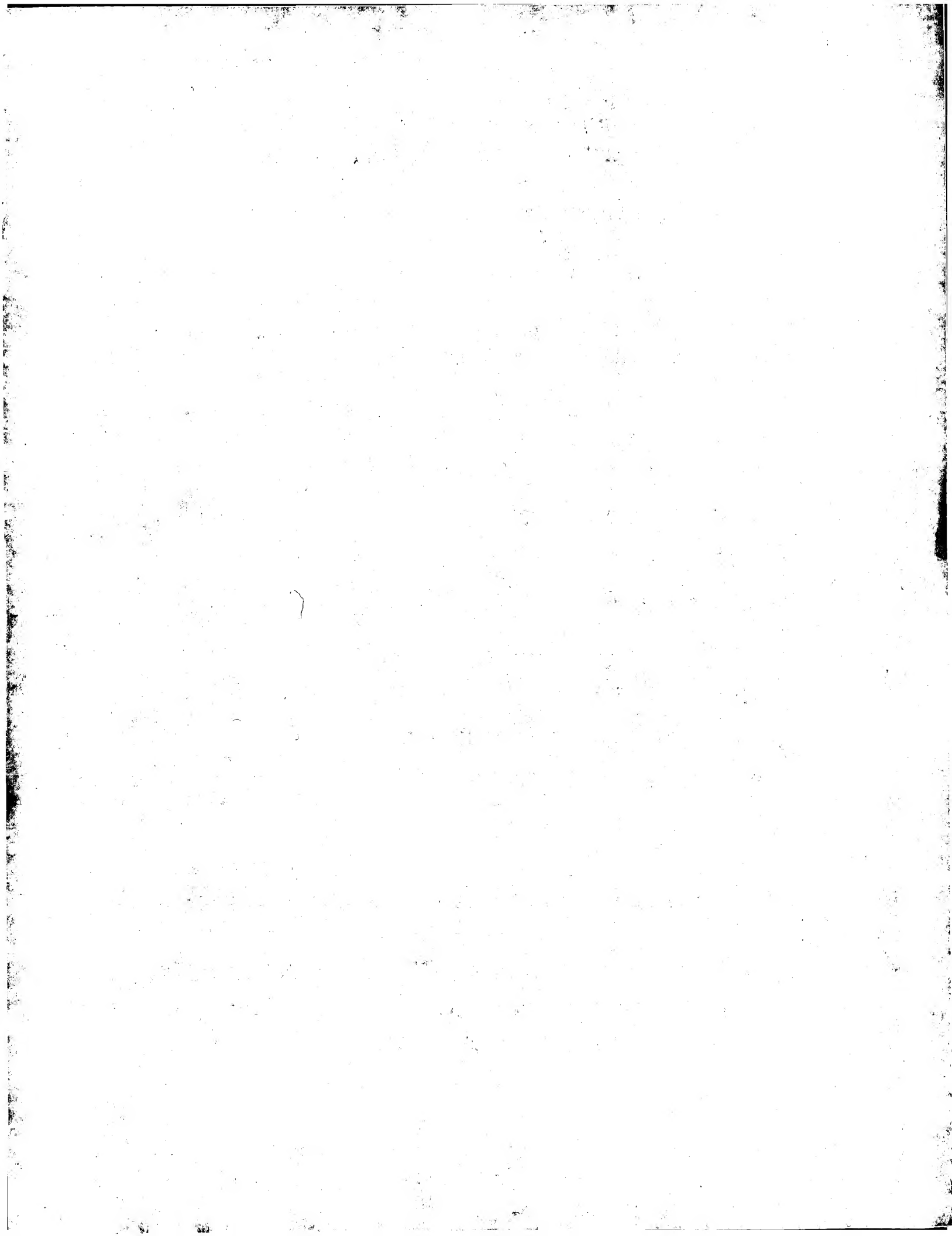
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



00P 13801



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 42 37 402 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
H 02 K 21/12
// H02K 1/27

②1 Aktenzeichen: P 42 37 402.2
②2 Anmeldetag: 5. 11. 92
④3 Offenlegungstag: 11. 5. 94

DE 4237402 A1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

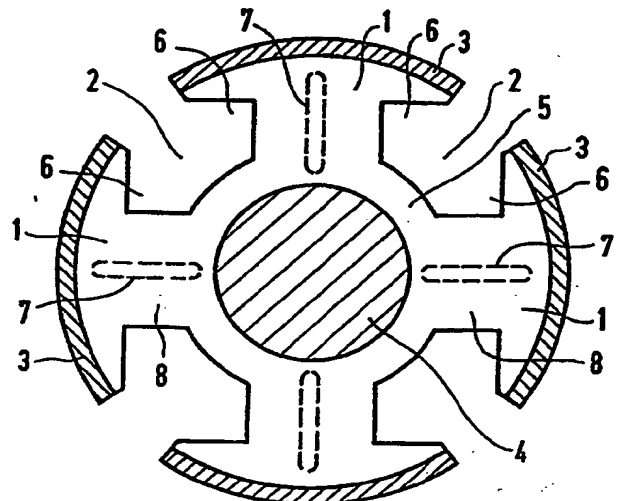
⑦2 Erfinder:
Leitgeb, Wilhelm, Dr.-Ing., 8501 Burgthann, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	8 71 183
DE-AS	10 60 028
DE	37 18 983 A1
DE	27 56 626 A1
DE	89 07 902 U1
GB	21 43 093 A
US	47 95 936
US	47 48 360
EP	02 12 552 A2

⑤4 Mehrphasige permanentmagneterregte elektrische Synchronmaschine mit einer über Stromrichter gespeisten Ständerwicklung

⑤7 Die Erfindung betrifft eine mehrphasige permanentmagneterregte elektrische Synchronmaschine mit einer über Stromrichter derart gespeisten Ständerwicklung, daß außer dem von den Permanentmagneten erzeugten Grundfeld durch die Ständerwicklung ein zusätzliches magnetisches Längsfeld erzeugbar ist, das sich dem Grundfeld in den Pollängsachsen addiert bzw. subtrahiert, bei welcher Maschine der Läufer in mindestens zwei unterschiedlich aufgebaute, axial hintereinanderliegende Läuferabschnitte unterteilt ist, die einen das Querfeld unterdrückenden Aufbau aufweisen. Die Festigkeit der Läuferabschnitte kann dadurch erhöht werden, daß die Pole der Läuferabschnitte mittels mindestens eines in Umfangsrichtung in sich geschlossenen Streifens ihres Materials miteinander verbunden sind und daß zwischen den Polen zum Umfang des Läufers hin offene, sich radial erstreckende Schlitze und/oder im Mittelnbereich der Pole sich radial und in Umfangsrichtung erstreckende Ausnehmungen vorgesehen sind.



DE 4237402 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anm. lder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 94 408 019/69

7/38

Mehrphasige permanentmagnetenerregte elektrische Synchronmaschine mit einer über Stromrichter gespeisten Ständerwicklung.

Die Erfindung betrifft eine mehrphasige permanentmagnetenerregte elektrische Synchronmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Durch die DE-A-37 18 983 ist eine solche Maschine bekannt. Die unterschiedliche magnetische Leitfähigkeit für das Quer- und das Längsfeld der Maschine wird bei dieser bekannten Maschine durch einen speziellen Aufbau der einzelnen Läuferabschnitte erreicht. Hierzu sind aus weichmagnetischem Material bestehende, zum Luftspalt hin offene und die Pollücke umfassende, stofflich zusammenhängende Schleifen gebildet, die durch amagnetische Zwischenschichten voneinander getrennt sind. Ein solcher Aufbau des Läufers ist nicht nur konstruktiv aufwendig, sondern es läßt sich auch nur mit entsprechendem Aufwand die erforderliche Festigkeit und der notwendige Widerstand gegen fliehkraftverursachte Formänderungen erzielen, insbesondere dann, wenn eine solche Maschine mit einer gegenüber der üblichen Synchrondrehzahl höheren Drehzahl betrieben werden soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Synchronmaschine der gattungsgemäßen Art so weiterzubilden, daß diese trotz unterschiedlicher Quer- und Längsfeldleitfähigkeit auf einfache Weise mit einer auch höheren Drehzahlen standhaltenden, mechanischen Festigkeit und Steifigkeit ausführbar ist.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt nach der Erfindung durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2 angegebenen Merkmale.

Bei der Lösung nach dem Anspruch 1 wird die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit durch den in sich geschlossenen, mit den Polen einstückig verbundenen Materialstreifen erreicht. Der Schlitz zwischen den Polen und/oder die Ausnehmungen im Mittenbereich der Pole führen zu einer unterschiedlichen Leitfähigkeit für das Quer- und Längsfeld der Maschine.

Ein gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2 ausgebildeter Läuferkörper stellt ein kompaktes, in sich geschlossenes Gebilde von hohem Formänderungswiderstand dar. Die durch die magnetisierbaren Teilchen gebildeten Leitpfade erstrecken sich in Richtung des Längsfeldes der Maschine und ergeben für das Längsfeld eine hohe magnetische Leitfähigkeit. Das Querfeld muß sich dagegen über das zwischen den von den magnetisierbaren Teilchen gebildeten Leitpfaden vorhandene amagnetische Material schließen, so daß der Läuferkörper gegenüber dem Querfeld der Maschine nur eine geringe magnetische Leitfähigkeit aufweist.

Die gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1 und 2 ausgeführten Läufer zeichnen sich durch eine gute Herstellbarkeit aus.

Eine weitere Verringerung der magnetischen Leitfähigkeit für das Querfeld wird durch die Ausgestaltung der Maschine gemäß Anspruch 3 erreicht.

Entmagnetisierende Einflüsse auf die Permanentmagnete durch die bei einem großen Feldstellbereich besonders kritische Ankerrückwirkung lassen sich dadurch gering halten, daß der Luftspalt zwischen den Permanentmagneten und dem Ständer größer ist als der Luftspalt zwischen dem nicht mit Permanentmagneten versehenen Läuferabschnitt und dem Ständer.

Wird der mit Permanentmagneten versehene Läuferabschnitt mittig zwischen zwei Läuferabschnitten ohne

Permanentmagnete angeordnet, dann liegen diese beiden Läuferabschnitte näher zu den Lagern der Maschine, d. h. im Bereich geringer Wellendurchbiegung. Daher kann man den Luftspalt zwischen diesen Läuferabschnitten und dem Ständer entsprechend klein machen, ohne die Gefahr des Auftretens von unzulässigen Exzentrizitäten und Schwingungen infolge von ungleichmäßigem magnetischen Zug.

Eine günstige Beeinflussung der Kommutierung wird erreicht, wenn zumindest der oder die nicht mit Permanentmagneten bestückten Läuferabschnitte mit einer Käfigwicklung versehen sind.

Anhand von in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nachfolgend näher beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen mit Permanentmagneten bestückten Läuferabschnitt einer Synchronmaschine, dessen Pole durch Schlitze voneinander getrennt sind im Querschnitt,

Fig. 2 einen mit Permanentmagneten bestückten Läuferabschnitt einer Synchronmaschine, dessen Pole in ihrem Mittenbereich mit Ausnehmungen versehen sind im Querschnitt,

Fig. 3 einen mit Permanentmagneten bestückten Läuferabschnitt einer Synchronmaschine, der aus einem Gemisch einer erstarrungsfähigen Masse und in deren flüssigem Zustand eingebrachten magnetisierbaren Teilchen hergestellt ist im Querschnitt.

In Fig. 1 sind mit 1 durch Schlitze 2 voneinander getrennte und an ihrem Außenumfang mit Permanentmagneten 3 bestückte Läuferpole bezeichnet. Die Läuferpole 1 sind einstückig mit einem die Welle 4 des Läufers 4 umschließenden Ring 5 verbunden. Die Welle 4 kann aus magnetisierbarem Material bestehen. Die die Läuferpole 1 trennenden Schlitze 2 sind nach radial innen hin durch Ausbuchtungen 6 in Umfangsrichtung noch verbreitert. Somit wird für das Querfeld die durch amagnetische Materie führende Strecke noch vergrößert und damit dem Querfeld ein erhöhter magnetischer Widerstand entgegengesetzt. Durch zusätzliche in den Läuferpolen 1 vorgesehene schmale Radialschlitze 7, wie sie in Fig. 1 gestrichelt angedeutet sind, kann die magnetische Leitfähigkeit für das Querfeld weiter vermindert werden.

Das Längsfeld der Maschine verläuft zwischen den Läuferpolen 1 und findet in dem magnetisierbaren Material (Bleche) aus dem die Läuferpole 1 bestehen, einen guten magnetischen Leitweg. Dieser Weg führt von dem Polschaft 8 des Läuferpoles 1 der einen Polarität über den Ring 5 zu dem Polschaft 8 des benachbarten Läuferpoles 1 der anderen Polarität. Der Querschnitt des Polschaftes 8 muß unter Berücksichtigung eines oder mehrerer eventuell im Polschaft 8 vorgesehener Radialschlitze 7 so bemessen werden, daß unerwünschte Sättigungserscheinungen nicht auftreten.

Dadurch, daß die Läuferpole 1 und der Ring 5 materialineinheitlich aus entsprechenden Blechen ausgestanzt werden können, weist das aus den einzelnen Blechen zusammengefügte Läuferblechpaket einen hohen Formänderungswiderstand auf.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist im Mittenbereich von an ihrem Außenumfang ebenfalls mit Permanentmagneten 3 bestückten, zusammenhängenden Läuferpolen 9 jeweils eine sich in radialer und in Umfangsrichtung erstreckende Ausnehmung 10 vorgesehen. Durch diese Ausnehmungen 10 wird der magnetische Widerstand für das Querfeld beträchtlich erhöht. Das Längsfeld kann sich dagegen über die Läuferpole 9 verbindende Materialteile 11 schließen.

Im Mittenbereich der Läuferpole 9 sind gegenüber den Ausnehmungen 10 sowohl an deren radial äußeren als auch an deren radial inneren Begrenzungskanten 12 und 13 Stege 14 belassen, die die im Zwischenbereich der Läuferpole 9 liegenden Materialteile miteinander verbinden, so daß wiederum ein in Umfangsrichtung in sich geschlossenes Teil vorliegt. Damit weist der aus solchen Teilen aufgebaute Läuferkern wiederum einen hohen Formänderungswiderstand auf.

Bei dieser Läuferausführung muß die das Läuferblechpaket tragende Läuferwelle 15 aus amagnetischem Material bestehen.

Die in Fig. 3 dargestellte Ausführungsvariante zeigt ein in sich geschlossenes Gebilde eines Läuferabschnittes. Bei diesem Läuferabschnitt ist der Läuferkern 16 aus einem Gemisch hergestellt, welches aus kleinen magnetisierbaren Teilchen 17 und einer amagnetischen Masse 18 besteht. Diese Masse 18 wird, falls sie nicht bereits im flüssigen Zustand vorliegt, verflüssigt und in diesem Zustand mit den magnetisierbaren Teilchen 17 vermischt. Diese Mischung wird einem Magnetfeld ausgesetzt, das den gleichen Verlauf hat, wie das im späteren Betrieb auf den Läufer einwirkende Ständermagnetfeld. Unter dem Einfluß des Magnetfeldes richten sich die magnetisierbaren Teilchen 17 in der flüssigen Masse entsprechend dem Verlauf der Feldlinien des Magnetfeldes aus und legen sich aneinander, so daß magnetische Leitpfade 19 gebildet werden. Nachdem das Ausrichten der magnetisierbaren Teilchen 17 erfolgt ist, wird die Masse 18 zum Erstarren gebracht und es werden dadurch die von den magnetisierbaren Teilchen 17 gebildeten Leitpfade 19 fixiert.

Durch die Masse 18 sind die Leitpfade 19 gegeneinander abgegrenzt. Da die Leitpfade 19 entsprechend dem Verlauf des Ständermagnetfeldes ausgerichtet sind, stellen sie für das Längsfeld der Maschine eine magnetisch gut leitende Verbindung dar.

Das durch einen Pfeil 20 angedeutete Querfeld muß dagegen seinen Weg durch die amagnetische Masse 18 nehmen und dabei einen hohen magnetischen Widerstand überwinden, wodurch das Querfeld entsprechend klein gehalten wird. Der Läuferkern 16 kann in der Mitte mit einer auf die Läuferwelle passenden Hülse 21 ausgeführt werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Läuferkern 16 unmittelbar auf der Welle des Läufers herzustellen.

Der beschriebene Läuferkern 16 ist ohne besonderen Aufwand herstellbar und zeichnet sich durch einen hohen Formänderungswiderstand und eine hohe Festigkeit aus. Als amagnetische Masse 18 kann Kunststoff verwendet werden. In diesem Falle wird die Bildung von Wirbelströmen im Läuferkern 16 vollkommen unterdrückt. Wird als amagnetische Masse 18 z. B. Aluminium verwendet, dann können sich zwar Wirbelströme im Läuferkern ausbilden, jedoch zeichnet sich ein solcher Läuferkern 16 durch eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit aus.

Die Ausführungsbeispiele zeigen jeweils einen mit Permanentmagneten 3 bestückten Läuferabschnitt. Die Läuferabschnitte ohne Permanentmagnete sind in ihrer Querschnittsgestalt in der gleichen Form ausgebildet. Jedoch weisen die Kerne dieser Läuferabschnitte einen Durchmesser auf, der mindestens ebenso groß, jedoch vorteilhafterweise noch etwas größer ist, wie der sich aus der Summe von Laufkern 16 und radialer Stärke der Permanentmagnete 3 ergebende Durchmesser der mit Permanentmagneten 3 bestückten Läuferabschnitte.

In vielen Betriebszuständen befinden sich benachbar-

te Ständerabschnitte, die Läuferabschnitten mit und ohne Magneten zugeordnet sind, in verschiedenen magnetischen Sättigungszuständen. Um dadurch verursachte axial gerichtete magnetische Ausgleichfelder, die quer zu den Blechebenen verlaufen und damit hohe Wirbelstromverluste erzeugen können, zu unterdrücken, ist es vorteilhaft, die genannten benachbarten Ständerabschnitte ebenso wie die entsprechenden Läuferabschnitte durch einen axialen Abstand voneinander zu trennen.

Patentansprüche

1. Mehrphasige permanentmagneterregte elektrische Synchronmaschine mit einer über Stromrichter derart gespeisten Ständerwicklung, daß außer dem von den Permanentmagneten (3) erzeugten Grundfeld durch die Ständerwicklung ein zusätzliches magnetisches Längsfeld erzeugbar ist, das sich dem Grundfeld in den Rollängsachsen addiert bzw. subtrahiert, bei welcher Maschine der Läufer in mindestens zwei unterschiedlich aufgebaute, axial hintereinanderliegende, Pole aufweisende Läuferabschnitte unterteilt ist, wobei nur die Pole (1) eines Läuferabschnittes mit am Luftspalt liegenden Permanentmagneten (3) bestückt sind und ferner beide Läuferabschnitte für ein Querfeld eine magnetische Leitfähigkeit aufweisen, die kleiner ist als die magnetische Leitfähigkeit für ein Längsfeld, dadurch gekennzeichnet, daß die Pole (1) der Läuferabschnitte mittels mindestens eines in Umfangsrichtung in sich geschlossenen Streifens (Ring 5 bzw. Stege 14) ihres Materiales miteinander verbunden sind und daß zwischen den Polen (1) zum Umfang des Läufers hin offene, sich radial erstreckende Schlitze (2) und/oder im Mittenbereich der Pole (1) sich radial und in Umfangsrichtung erstreckende Ausnehmungen (7 bzw. 10) vorgesehen sind.

2. Mehrphasige permanentmagneterregte elektrische Synchronmaschine mit einer über Stromrichter derart gespeisten Ständerwicklung, daß außer dem von den Permanentmagneten (3) erzeugten Grundfeld durch die Ständerwicklung ein zusätzliches magnetisches Längsfeld erzeugbar ist, das sich dem Grundfeld in den Pollängsachsen addiert bzw. subtrahiert, bei welcher Maschine der Läufer in mindestens zwei unterschiedlich aufgebaute, axial hintereinanderliegende, Pole aufweisende Läuferabschnitte unterteilt ist, wobei nur die Pole (1) eines Läuferabschnittes mit am Luftspalt liegenden Permanentmagneten (3) bestückt sind und ferner beide Läuferabschnitte für ein Querfeld eine magnetische Leitfähigkeit aufweisen, die kleiner ist als die magnetische Leitfähigkeit für ein Längsfeld, dadurch gekennzeichnet, daß die Läuferabschnitte aus einem Gemisch hergestellt sind, das aus kleinen magnetisierbaren Teilchen (17) und einer verflüssigbaren, wieder erstarrungsfähigen, aus amagnetischem Material bestehenden Masse (18) gebildet ist, wobei das Gemisch während des flüssigen Zustandes der Masse (18) durch Magnetfelder beaufschlagt ist, durch die die magnetisierbaren Teilchen (17) in dem Verlauf des Längsfeldes der Maschine entsprechenden Vorzugsrichtungen ausgerichtet und bis zum Erstarren der Masse (18) in diesen Vorzugsrichtungen gehalten sind.

3. Synchronmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlitze (2) in ihrem radial weiter innen liegenden Bereich gegenüber ihrer

Öffnungsbreite am Läuferumfang durch Ausnehmungen (10) in Umfangsrichtung erweitert sind.

4. Synchronmaschine nach Anspruch 1,2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt zwischen den Permanentmagneten (3) und dem Ständer größer ist als der Luftspalt zwischen dem nicht mit Permanentmagneten versehenen Läuferabschnitt und dem Ständer. 5

5. Synchronmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der mit Permanentmagneten (3) versehenen Läuferabschnitt mittig zwischen zwei Läuferabschnitten ohne Permanentmagnete angeordnet ist. 10

6. Synchronmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Ständerabschnitte und die ihnen zugeordneten Läuferabschnitte durch einen axialen Abstand voneinander getrennt sind. 15

7. Synchronmaschine nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der oder die nicht mit Permanentmagneten (3) bestückten Läuferabschnitte mit einer Käfigwicklung versehen sind. 20

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

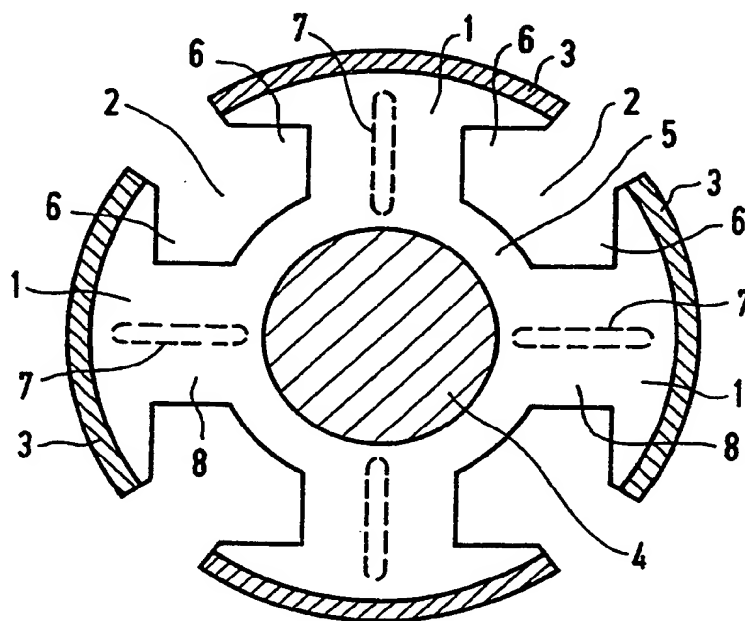


FIG 1

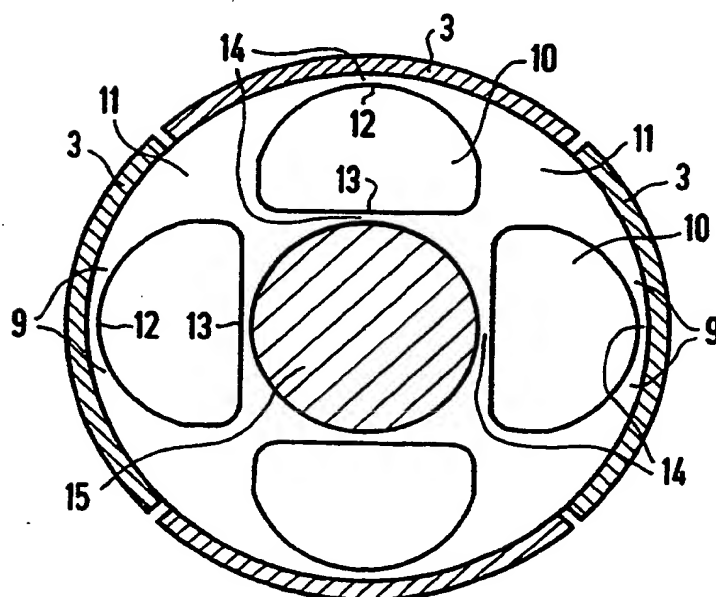


FIG 2

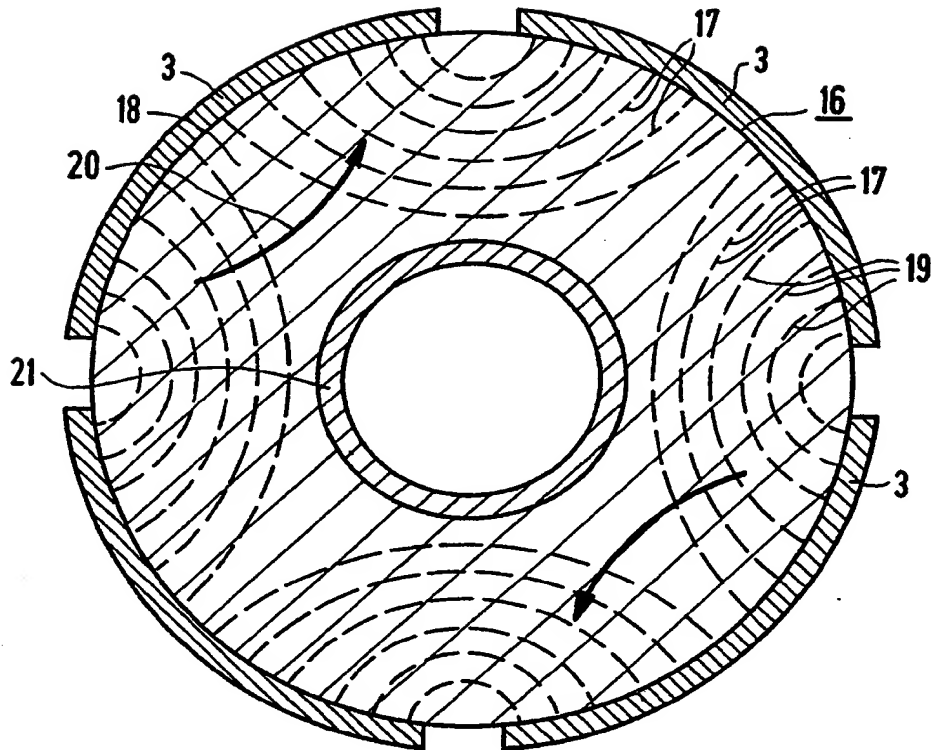


FIG 3